

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Надёжность электронных средств

**Код модуля**  
1152378(1)

**Модуль**  
Конструирование радиоэлектронных систем

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Корнилов Илья Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	департамент радиоэлектроники и связи
2	Шегал Анна Айзиковна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	департамент радиоэлектроники и связи

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

**Авторы:**

- Корнилов Илья Николаевич, Доцент, департамент радиоэлектроники и связи
- Шегал Анна Айзиковна, Доцент, департамент радиоэлектроники и связи

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Надёжность электронных средств**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Домашняя работа	2

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Надёжность электронных средств**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-4 -Способен отлаживать, испытывать и сдавать в эксплуатацию опытные образцы радиоэлектронных устройств и систем	З-2 - Объяснять влияние паразитных параметров элементов, шумов и помех и способы уменьшения данного влияния, а также основные принципы настройки радиоэлектронных устройств З-3 - Изложить принципы построения основных видов электронных устройств и причины основных неисправностей П-2 - Осуществлять обоснованный выбор средств настройки электронных компонентов и фильтрации шумов и помех П-3 - Разрабатывать рекомендации по совершенствованию характеристик аналоговых и	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Экзамен

	цифровых схем с точки зрения повышения точности измерений и надёжности У-2 - Настраивать радиоэлектронные устройства и уменьшать влияние паразитных параметров элементов, а также шумов и помех У-3 - Правильно интерпретировать результаты измерений электронными приборами для отладки и тестирования опытных образцов	
--	--	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	7,5	50
<i>домашняя работа</i>	7,9	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.5</b>		

Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>выполнение лабораторных работ и защита отчетов</i>	7,11	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для

	продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

#### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

### 5.1.2. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Построение законов распределения наработки до отказа электронных средств по экспериментальным данным.
  2. Изучение алгоритмов поиска неисправности электронного устройства
  3. Моделирование отказов восстанавливаемых устройств в среде Matlab/ Simulink.
- LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

## Базовый

### 5.2.1. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Нарботка до отказа технического объекта
2. Вероятность безотказной работы объекта в интервале времени
3. Интенсивность отказа блока питания

Примерные задания

1. Нарботка до отказа технического объекта подчинена нормальному распределению с параметрами  $Mt = 6000$ ч. и  $\delta t = 150$ ч. Найти вероятность безотказной работы объекта в интервале времени (3000, 4000)ч. Определить коэффициент готовности объекта –  $K_g$ , если известно, что среднее время его восстановления -  $T_v$  равно 140ч.

Пояснение: вероятность безотказной работы объекта в интервале времени-  $P(t_1, t_2)$  рассматривать как условную вероятность, равную  $P(t_2)/P(t_1)$ .

№2

Интенсивность отказа блока питания  $\lambda(t) = \alpha t$  (1/ч). Определить вероятность безотказной работы блока питания в интервале времени-  $P(t_1, t_2)$  и среднее время безотказной работы -  $T_0$ , если  $\alpha = 10^{-5}$  (1/ч<sup>2</sup>),  $t_1 = 1000$ ч,  $t_2 = 1150$ , вероятность безотказной работы объекта в интервале времени-  $P(t_1, t_2)$  рассматривать как условную вероятность, равную  $P(t_2)/P(t_1)$ .

№3

Система состоит из 4 элементов, соединенных по надежности последовательно, для которых известны значения среднего времени безотказной работы-  $T_0$ :  $T_{01} = 1000$ ч,  $T_{02} = 2000$ ч.  $T_{03} = T_{04} = 900$ ч. В предположении простейшего потока отказов определить вероятность безотказной работы системы за время  $t = 500$ ч.

№4

Вероятность безотказной работы объекта в интервале времени-  $(0, 100)$  ч. равна 0,98. Предполагая экспоненциальный закон распределения времени работы до отказа, определить значение среднего времени безотказной работы и вероятность безотказной работы объекта в интервале времени  $(1000, 1200)$  ч, , вероятность безотказной работы объекта в интервале времени-  $P(t_1, t_2)$  рассматривать как условную вероятность, равную  $P(t_2)/P(t_1)$ .

№5

Устройство обработки информации, состоящее из 4 равно надежных блоков, отказывает, если выходит из строя хотя бы один из блоков. Величина среднего времени безотказной работы должна быть не ниже 10000ч. Определить предельно допустимые значения интенсивностей отказа каждого блока -  $\lambda(t)$  и вероятность безотказной работы объекта в интервале времени  $(0, 10000)$  ч. Предполагается экспоненциальный закон распределения времени работы до отказа.

№6

Известно, что средняя наработка на отказ ВС равна 200ч. Требуется в предположении простейшего потока отказов определить вероятность события: за время  $t = 600$ ч. в системе произойдет не более 4 отказов (время жизни между отказами определяется экспоненциальным законом распределения)

LMS-платформа – не предусмотрена

## 5.2.2. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Сравнить значения среднего времени безотказной работы двух блоков
2. Найти среднее время безотказной работы аппаратуры

Примерные задания

№1

Сравнить значения среднего времени безотказной работы двух блоков, у которых вероятности безотказной работы определяются следующими выражениями:

$$P_1(t) = \exp(-2 \cdot 10^{-3} t), \quad P_2(t) = 0.2 \exp(-3 \cdot 10^{-3} t) + 0.8 \exp(-10^{-3} t).$$

Определить вероятность безотказной работы системы, состоящей из этих, последовательно соединенных по надежности блоков (при  $t=200$ ч) и среднее время безотказной работы системы.

№ 2

Найти среднее время безотказной работы аппаратуры, состоящей из 3 параллельно соединенных по надежности блоков, если плотность распределения времени безотказной работы блока  $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$ , где  $\lambda(t) = 10^{-5}$  (1/ч). Определить период времени, для которого вероятность безотказной работы аппаратуры будет не ниже, чем 0.97

№3

Известно, что средняя наработка на отказ ВС равна 500ч. Для повышения надежности ВС ее дублируют. Требуется в предположении простейшего потока отказов



нерезервированной ВС определить вероятность события: за время  $t = 1000$ ч. в дублированной системе не произойдет отказ.

№4

Система состоит из 4 элементов, соединенных по надежности последовательно, для которых известны значения среднего времени безотказной работы-  $T_0$ :  $T_{01} = 1000$ ч,  $T_{02} = 2000$ ч.  $T_{03} = T_{04} = 900$ ч. В предположении простейшего потока отказов элементов определить вероятность безотказной работы системы за время  $t = 500$ ч.

№5

Вероятность безотказной работы узла связи в интервале времени-  $(100, 200)$ ч. равна 0,98. Предполагая экспоненциальный закон распределения времени работы до отказа, определить значение среднего времени безотказной работы и вероятность безотказной работы объекта в интервале времени  $(1000, 1200)$ ч., вероятность безотказной работы объекта в интервале времени-  $P(t_1, t_2)$  рассматривать как условную вероятность, равную  $P(t_2)/P(t_1)$ .

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Состояния объектов с точки зрения надежности: исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное, предельное.
2. Классификация объектов по способу применения, обслуживания и изменения работоспособности.
3. Определение надежности как комплексного свойства объектов, включающего безотказность, долговечность, ремонтпригодность, восстанавливаемость, сохраняемость, готовность.
4. Виды отказов электронных средств (ЭС) и классификация аппаратурных отказов.
5. Факторы, влияющие на надежность (аппаратурные и неаппаратурные).
6. Понятие о резервировании ЭС: аппаратурное, функциональное, временное, программное, информационное
7. Показатели надежности невосстанавливаемой аппаратуры ЭС:  $P(t)$  - вероятность безотказной работы, вероятность отказов -  $Q(t)$ , интенсивность отказов -  $\lambda(t)$  и средняя наработка до отказа -  $T_1$ . Вероятностное и статистическое определение указанных показателей.
8. Показатели надежности восстанавливаемой аппаратуры: показатели безотказности - среднее число отказов за время  $t$ , параметр потока отказов, средняя наработка между отказами.
9. Показатели ремонтпригодности и восстанавливаемости - вероятность восстановления -  $P_v(t)$ , среднее время восстановления -  $T_v$ , интенсивность восстановления -  $\mu$ . Вероятностное и статистическое определение указанных показателей.
10. Показатели долговечности аппаратуры.

11. Комплексные показатели надежности: - коэффициент готовности  $K_g$  - мгновенный и стационарный, коэффициент оперативной готовности –  $K_{ог}$ , коэффициент технического использования-  $K_{ти}$ . Вероятностное и статистическое определение указанных показателей.

12. Математические модели надежности аппаратуры : простейший поток отказов, законы распределения дискретных случайных величин : биномиальное распределение , распределение Пуассона, , законы распределения непрерывных случайных величин: экспоненциальное, нормальное, гамма – распределение, марковский однородный процесс.

13. Составление логических схем для расчета надежности аппаратуры: последовательное, параллельное, смешанное.

14. Расчет надежности нерезервированных невосстанавливаемых систем с учетом внешних режимов их работы. Коэффициенты условий применения аппаратуры.

15. Классификация способов резервирования аппаратуры. Логические схемы для расчета надежности

16. Показатели надежности при постоянном резервировании с целой и дробной кратностью и нагруженное резервирование замещением с идеальными переключателями.

17. Показатели надежности при ненагруженном резервировании замещением.

18. Показатели надежности при облегченном резервировании замещением.

19. Методы тестового и функционального диагностирования ЭС. Допусковые методы контроля систем с непрерывными сигналами

20. Метод половинного разбиения при поиске неисправности. Условия применения.

21. Метод «время – вероятность» и определение среднего времени поиска неисправности.

22. Построение таблицы состояний диагностируемого устройства и функции предпочтения для определения работоспособности устройства и поиска неисправности ( инженерный способ).

23. Основы организации определительных испытаний на надежность. Планы определительных испытаний: NUN, NUT, NUr, NRT, NRr.

24. Точечные оценки для определения среднего времени безотказной работы при разных планах испытаний.

25. Основы организации контрольных испытаний на надежность; 4 возможные ситуации по результатам испытаний. Риск поставщика и риск заказчика.

26. Методы однократной и двукратной выборки при проведении контрольных испытаний.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология образования в сотрудничестве	ПК-4	П-3	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2

					Лабораторные занятия Лекции
--	--	--	--	--	-----------------------------------